HARVARD UNIVERSITY.

LIBRARY

OF THE

MUSEUM OF COMPARATIVE ZOÖLOGY.

14,253.

GIFT OF

ALEXANDER AGASSIZ.

June 3, 1899.

14,283
JUN 3 1899

(Aus dem Laboratorium des Instituts für vergleichende Anatomie, Embryologie und Mikroskopie der Universität Würzburg).

UNTERSUCHUNGEN

ÜBER DAS

RÜCKENMARK DES IGELS.

VON

W. KOTZENBERG.

MIT 11 ABBILDUNGEN IM TEXTE UND 1 TAFEL.

WIESBADEN.
VERLAG VON J. F. BERGMANN.
1899.

(Aus dem Laboratorium des Instituts für vergleichende Anatomie Embryologie und Mikroskopie der Universität Würzburg).

UNTERSUCHUNGEN

ÜBER DAS

RÜCKENMARK DES IGELS.

VON

W. KOTZENBERG.

MIT 11 ABBILDUNGEN IM TEXTE UND 1 TAFEL.

WIESBADEN.
VERLAG VON J. F. BERGMANN.
1899.

1899, June 3.
Museum of Comp. Zoöl.

UNTERSUCHUNGEN

ÜBER DAS

RÜCKENMARK DES IGELS.

Einleitung.

Der histologischen Untersuchungen, die sich auf das Rückenmark der höheren Tiere, insbesondere der Säugetiere beziehen, sind nur äusserst wenige, so dass man die Arbeit Waldeyers (9) über das Gorillamark als die einzige vollständige Monographie eines Säugetierrückenmarks hinstellen darf.

Diesen Mangel hebt auch Kölliker in seiner Gewebelehre (2) hervor mit den Worten: „Es wäre unstreitig von hohem Interesse, das Rückenmark der Säugetiere genauer zu untersuchen, indem schon aus dem Wenigen, was bis jetzt bekannt ist, sich ungeahnte Verschiedenheiten von dem menschlichen Typus ergeben, doch sind wir leider noch im allerersten Stadium dieser Forschungen."

Einen Beitrag zu liefern zur Förderung dieser Idee ist der Zweck der folgenden Abhandlung, jedoch liegt es der Absicht des Verfassers durchaus fern diese Veröffentlichung etwa als eine vollständige monographische Bearbeitung des Themas hinzustellen. Das Rückenmark des Igels wurde gewählt, weil dasselbe seiner äusseren Form wegen bereits auffällig ist und ausser einigen ganz kurzen Angaben von O. Kaiser (3) in seiner Schrift über die Funktionen der Ganglienzellen des Halsmarks noch keine Bearbeitung erfahren hat. Ausserdem gehört der Igel zu einer wenigstens bei uns nicht allzu verbreiteten Säugetierfamilie (Insektivoren), welche in mannigfacher Beziehung Besonderheiten aufweist.

Litteratur.

Was die Litteratur anbelangt, die für unsere Untersuchung in Betracht kommt, so hat dieselbe bereits durch Kölliker in seinem Lehrbuch der Gewebelehre eine ausführliche Zusammenstellung erfahren, so dass ein näheres Eingehen auf dieselbe wohl überflüssig erscheinen dürfte.

Seitdem ist keine neuere Untersuchung von Belang mehr veröffentlicht worden mit Ausnahme einer vorläufigen Mitteilung Ziehens (10) über das Centralnervensystem der Marsupialier und Monotremen.

Soweit die in Frage kommenden Arbeiten im einzelnen Berührungspunkte mit unserem Thema bieten, werden sie im speziellen Teil Berücksichtigung erfahren. Die älteste der in Betracht kommenden Arbeiten von Bochmann (1) enthält Resultate einer mit älteren Methoden angestellten Untersuchung über das Rückenmark der Maus. Dasselbe Rückenmark wurde später viel genauer von von Lenhossék (4), insbesondere mit Rücksicht auf den Faserverlauf untersucht. Die Arbeiten von Stieda (7), Schieferdecker (6) und Lüderitz (5) enthalten so gut wie nichts, was bei unseren Untersuchungen in Betracht käme.

Dagegen finden sich bei Kölliker (9) zahlreiche, ziemlich wichtige Notizen auch über das Rückenmark von Säugern (Hund, Katze u. a.). Der sehr ausführlichen Darstellung des Gorillarückenmarkes von Waldeyer (9) wurde schon gedacht. In ihr wird insbesondere dieses Rückenmark mit dem menschlichen einer Vergleichung unterzogen.

Kürzlich hat Ziehen (12) in einer vorläufigen Mitteilung Angaben über das Rückenmark der Marsupialier und Monotremen gemacht. So wenig in diesen kurzen Notizen auch auf das Rückenmark dieser Tiere eingegangen wird, so interessieren uns dennoch wesentlich die Verhältnisse des obersten Halsmarkes

der Monotremen ganz ausserordentlich, da wir merkwürdigerweise fast die gleichen Verhältnisse bei unserem Untersuchungsobjekt gefunden haben.

Material und Methode.

Zum Zweck der (mikroskopischen) Untersuchung wurden im ganzen vier Igel getötet, das Rückenmark herausgenommen und in der gewöhnlichen Weise in Müllerscher Flüssigkeit konserviert. Nach ca. 4wöchentlicher Einwirkung der Flüssigkeit wurden die Rückenmarke von drei Tieren direkt in steigenden Alkohol (50%, 70%, 90%) verbracht, und letzterer so oft gewechselt, bis keine wesentliche Abgabe von Farbe mehr stattfand. Das vierte Mark kam behufs Durchfärbung auf ungefähr acht Tage in eine 2%ige Lösung von karminsaurem Natron. Alsdann wurde der Versuch gemacht, die ersten drei Rückenmarke nach erfolgter Härtung vor der Einbettung nach dem Abgang der Nervenwurzeln in diesen entsprechende Segmente zu zerlegen. Wegen der ungeheuren Kürze des Igelmarks gelang dies jedoch einigermassen nur im Bereich des Halsmarks. Schon im Brustmark, noch mehr im Lenden- und Sakralmark liegen die Wurzeln der einzelnen Nervenpaare so dicht bei einander, dass es unmöglich war mit dem Rasiermesser Intervalle zwischen ihnen zu treffen und man schliesslich sogar nicht einmal imstande war, die Grenzen der Wurzeln der einzelnen Nervenpaare genau festzustellen. Schon im Brustmark folgt auf die letzte Wurzelfaser des einen Nervenpaares unmittelbar die erste des folgenden. Es konnte daher nicht anders verfahren werden, als dass beliebige ungefähr gleichlange Segmente ausgeschnitten wurden und die Region des betreffenden Nerven ungefähr festgestellt wurde. Die einzelnen Segmente wurden dann nach möglichst genauer Bestimmung ihrer Lage in absolutem Alkohol wasserfrei gemacht und in bekannter Weise in Celloidin eingebettet. Das

vierte Rückenmark wurde behufs Zellfärbung und für Herstellung von Übersichtspräparaten, wie schon erwähnt, mit karminsaurem Natron im ganzen gefärbt, dann ebenfalls in Segmente zerlegt, in Celloidin eingebettet und in Serie geschnitten, von der immer der 10. Schnitt aufgehoben und nach Passieren der üblichen Stufen (Wasser, Alkohol, Xylol) in Kanadabalsam eingeschlossen wurde.

Zur eigentlichen Untersuchung der feineren Strukturen diente jedoch das Weigertsche Verfahren der Markscheidenfärbung (neutr.-essigsaures Kupferoxyd; Hämatoxylin nach Weigert, Differenzierung mit Weigertscher Differenzierflüssigkeit) oder die Pal'sche Modifikation desselben (Weigertsches Hämatoxylin, Auswässern mit Lithionwasser, Differenzieren mit übermangansaurem Kali und Säuremischung, und Nachfärbung mit Alaunkarmin). Die Weiterbehandlung geschah in gewöhnlicher Weise mit Alkohol, Xylol, Kanadabalsam. Die beiden Rückenmarke wurden in Serie geschnitten, und es wurde jeder fünfte Schnitt aufgehoben. Das vierte diente zur Reserve. Von ihm gelangte nur das oberste Cervikalmark zur Untersuchung.

Von der Überlegung ausgehend, dass bei einer Untersuchung wie die vorliegende gute und zahlreiche Abbildungen rascher Klarheit schaffen, als ein mit unvollständiger bildlicher Darstellung versehener, auch noch so langer Text, so wurde der Hauptwert der Arbeit auf die Figuren gelegt; dieselben stellen also gleichsam den Grundstock der Arbeit dar.

Aus jedem der obengenannten Segmente des Rückenmarks wurde eines oder mehrere gute Präparate ausgewählt und mit Hülfe der Mikrophotographie in 30facher Vergrösserung reproduziert[1]).

[1]) Da die Weigertschen Präparate im wesentlichen blaue oder bläuliche (blauschwarze etc.) Fasern auf gelbem (bei langsamer Differenzierung hellgelbem) Grunde zeigen, so ist es unbedingt nötig, zur Photographie orthochromatische, also für Gelb empfindliche Trockenplatten zu benutzen und zwar am besten unter Anwendung einer Gelbscheibe (Gelbfilter). Dadurch erreicht man es,

Die so erhaltenen Negative wurden kopiert und zwar in doppelter Weise: Einmal auf frisch gebadetes Salzpapier[1]) und dann auf Celloidinpapier.

Die ersteren wurden dann von Herrn Universitätszeichner Stierhof in Würzburg mit unverwaschbarer chinesischer Tusche nachgezeichnet, um in Zinkographie (um 1/6 verkleinert) reproduziert zu werden. Es ist dies ein Verfahren, welches[2]) von Herrn Privatdozent Prosektor Dr. Sobotta zum erstenmale auf der Naturforscherversammlung zu Braunschweig demonstriert wurde, und welches wegen seiner vielfachen Vorzüge ganz besonders empfohlen zu werden verdient. Es sei mir daher gestattet, auf dasselbe näher einzugehen: Das gesilberte Salzpapier wird in der gewöhnlichen Weise bei Tageslicht kopiert und, wenn die Nachzeichnung bei Tageslicht erfolgen soll, in einem der üblichen Tonfixierbäder fixiert[3]). Das so erhaltene Photogramm wird sorgfältig mit Tusche und Feder nachgefahren, wobei etwaige fehlerhafte Stellen an der Hand des Mikroskops rekonstruiert werden können; natürlich muss überhaupt beim Zeichnen eine beständige Kontrolle des Präparates unter dem Mikroskop stattfinden. Sodann legt man die nachgezeichnete Kopie in verdünnte Jodlösung (Lugolsche Lösung), bis sie voll-

---

dass die Farbenwirkung der Photographie durchaus dem Verhalten der Präparate entspricht. Würde man zur Herstellung der Negative solcher Präparate gewöhnliche (für Blau empfindliche) Trockenplatten benutzen, so würde die Farbenwirkung auf einem Drucke eines solchen Negatives (Positiv) direkt den Farben in dem Präparate entgegengesetzt sein, d. h. die dunkel(blau) gefärbte weisse Substanz würde hell, der gelbe Untergrund (graue Substanz) dagegen dunkel erscheinen.

[1]) Das Salzpapier druckt bekanntlich nicht fein genug um die feinsten Einzelheiten der Präparate genügend scharf erkennen zu lassen, daher wurden zur Kontrolle noch Celloidinpapierkopien angefertigt.

[2]) Siehe auch Internat. photographische Medizin. Monatsschrift für Oktober und November.

[3]) Beim einfachen Fixieren erhalten die Bilder einen unschönen gelblichen Ton. Beim Tonen gehen Salzpapierbilder weniger stark zurück als Celloidinbilder.

kommen blauschwarz[3]) geworden ist, und spült mit Wasser ab. Ein darauf folgendes Einlegen in verdünnte Cyankaliumlösung (ca. 1—2 %) lässt alle durch den photographischen Prozess hervorgerufenen Teile des ursprünglichen Bildes verschwinden, so dass die Tuschezeichnung auf rein weissem Grunde allein übrig bleibt. Dieselbe wird durch das Verfahren nicht angegriffen.

Die Vorteile dieser Methode liegen auf der Hand: Durch sie lässt sich in verhältnismässig kurzer Zeit eine Zeichnung eines Präparates herstellen, wie sie mit Hülfe eines Zeichenapparates in dieser äussersten Genauigkeit unmöglich und ausserdem äusserst zeitraubend wäre. Auch alle Nachteile in Bezug auf Bestimmung der Vergrösserung, partielle Verzerrung der Bilder, wie sie bei vielen Zeichenapparaten, unter Anwendung schwacher Vergrösserungen und relativ grossen Flächen leicht vorkommen, fallen bei diesem Verfahren fort. Der Hauptvorzug desselben aber liegt darin, dass man durch seine Anwendung eine Zeichnung erhält, die auf eine relativ einfache, aber sichere (weil photomechanische) und wenig kostspielige Methode reproduziert werden kann. Fehler in der Reproduktion, wie sie leider bei der unendlich viel kostspieligeren Lithographie so komplizierter Abbildungen fast unvermeidlich sind, fallen hiermit vollständig weg.

Es werden also bei Anwendung dieses Verfahrens zweierlei Fehlerquellen ausgeschlossen:

1. diejenigen, welche beim Entwurf der Zeichnung, selbst mit dem vollkommensten Zeichenapparate auftreten würden.

2. die, welche bei nicht photomechanischer Reproduktion entstünden; dabei spart die Methode trotz viel genaueren Arbeitens viel Zeit und Geld, liefert aber Resultate, die mit keiner anderen Methode erreicht werden.

Es ist wohl auch kaum zu viel behauptet, wenn man sagt, dass die vorliegenden Zeichnungen das vollkommenste Bild der

[3]) Durch Blaufärbung der Stärke des Rohpapieres.

wirklichen Präparate darstellen, soweit dies mit unseren Methoden überhaupt möglich ist, und es dürften wohl kaum bisher Rückenmarksdurchschnitte von Mensch oder Tier in einer so weitgehenden Genauigkeit abgebildet worden sein, wie die vorliegenden.

Dann gestattet die Methode auch in sehr einfacher Weise durch Anwendung des zweifarbigen Druckes die Herstellung von Abbildungen in den natürlichen Farben der Präparate. Zu diesem Behufe werden auf der Salzpapierkopie des Weigertschen Präparates die Fasern mit Tusche, die Zellen zunächst mit Bleistift nachgezeichnet. Dann wird ausgewaschen. Die mit Bleistift angelegten Zellen werden sodann auf weissem Pauspapier mit Tusche ebenfalls für die Reproduktion durch Zinkographie hergerichtet. Durch Anwendung zweier Clichés lassen sich dann zweifarbige Drucke herstellen.

An Stelle der so aus der Photographie gewonnenen Tuschezeichnung könnte man natürlich als ein relativ noch genaueres Abbild des Präparates die unmittelbare Reproduktion der photographischen Platte selbst benutzen. Es könnte dies im wesentlichen auf zweierlei Art geschehen: entweder durch Lichtdruck oder, wie das in neuerer Zeit auch verschiedentlich versucht worden ist, durch Beigabe von direkten Papierkopien des Negativs.

Von letzterem Verfahren wurde aus mehrfachen Gründen abgesehen u. a. auch, weil es kaum ausführbar wäre, solche Kopien als Textfiguren zu benutzen. Dazu kommt, dass die Kopien natürlich allerlei Zufälligkeiten aufweisen, welche das betreffende Präparat gerade zeigte, und die für den Zweck dieser Arbeit nur störend wirken würden, während man andererseits bei der von uns geübten Methode jeden beliebigen Teil der Photographie zur Darstellung bringen kann, während das Übrige, insbesondere alles Überflüssige beliebig wegbleibt. Natürlich würde auch die Anfertigung direkter Papierbilder in grösserer Anzahl ganz unverhältnismässig viel Mühe machen und es müssten

ferner absolut tadellose Präparate und Platten ausgesucht werden, da selbst der kleinste Fehler störend einwirkt.

Was den Lichtdruck anbetrifft, so wäre es mit Hülfe desselben zwar möglich, obengenannte Schwierigkeiten der Verwendung direkter Papierbilder z. T. (zeitraubendes Kopieren) zu vermeiden, indessen kommt für seine Anwendung das letztgenannte Bedenken ebenfalls in Betracht. Und ausserdem liefert auch der beste Lichtdruck immerhin weniger vollkommene Abzüge, als sie von der Platte selbst genommen werden.

Darstellung der Befunde.

I. Makroskopisches Verhalten des Igelrückenmarks.

Wenden wir uns zunächst, bevor wir zu der histologischen Besprechung übergehen, zu einer kurzen Betrachtung des makroskopischen Bildes des Igelrückenmarkes, so fällt uns sofort nach Eröffnung des Wirbelkanals die ausserordentliche Kürze und verhältnismässige Dicke des Rückenmarkes auf. Seine Länge beträgt nur 6—7 cm. Der Conus terminalis liegt bereits in der Mitte des sechsten oder Anfang des siebenten Brustwirbels, während die Länge des Wirbelkanals zwischen 17 und 19 cm schwankt. Das Mark hat die Gestalt eines zugespitzten Pfahles, indem es eine nur mässig ausgebildete Lenden- und Halsanschwellung besitzt (letztere tritt etwas stärker hervor). Der ganze übrige Wirbelkanal ist nur mit den ausserordentlich langen Nervenwurzeln erfüllt. Eröffnet man den Wirbelkanal des Igels im Bereich der Lenden- oder unteren Brustwirbel, so findet man hier keine Spur von Rückenmark mehr. Der Conus terminalis liegt sonst beim Menschen im Bereich des ersten Lendenwirbels, bei den meisten Säugetieren z. B. Kaninchen, Katze etc., aber viel

tiefer, während derselbe beim Igel ausserordentlich weit kranialwärts liegt, soweit, wie unseres Wissens bei keinem anderen Tier.

Dementsprechend ist auch der Winkel, unter dem die Nervenwurzeln das Rückenmark verlassen, ein von dem Verhalten bei den übrigen Säugetieren sehr abweichender. Schon die unteren Halsnerven laufen ganz schräg, die Brustnervenwurzeln liegen bereits in einer Länge von mehreren Centimetern im Bereich des Wirbelkanals, während die Lenden- und Sakralnervenwurzeln sogar bis zu einer Länge von 12 cm in dem nur 19 cm langen Wirbelkanal verlaufen! Dabei laufen vordere und hintere Wurzeln in der ganzen Länge des Kanals getrennt neben einander her, denn die Spinalganglien liegen wie auch beim Menschen in den Foramina intervertebralia, sodass also das Spinalganglion mehrere bis zu 12 cm von der Ursprungsstelle der ihm zugehörigen Nervenwurzeln entfernt liegen kann. Es sind also dorsale (sensible) und ventrale (motorische) Nervenwurzeln beim Igel bis zur Länge von 12 cm im Maximum von einander getrennt.

Bevor wir uns zur Beschreibung der feineren Strukturverhältnisse des Igelrückenmarks wenden, sei es gestattet, kurz an der Hand einiger schematischer Figuren eine allgemeine Übersicht über die Dickenverhältnisse des Igelmarks, besonders die Verteilung der grauen und weissen Substanz und das Verhalten des Centralkanals in den verschiedenen Abschnitten des Marks zu geben [1]).

Wie bereits erwähnt, nimmt das Rückenmark des Igels von oben nach unten fast gleichmässig an Umfang ab, sodass die Hals und Lendenanschwellung nur mässig entwickelt sind. Was das Verhältnis der grauen Substanz zur weissen im Bereich des ganzen Markes anbetrifft, so ist die erstere im allgemeinen ziemlich stark entwickelt, verhältnismässig viel stärker als beim

1) Die Zeichnungen sind so hergestellt, dass aus jedem Segment 1 Schnitt mit dem Zeichenapparat in die Grösse 1 : 24 angefertigt und um 1/3 in Zinkographie verkleinert wurde. Sie haben also die Grösse 1 : 8.

Menschen, wie auch dies von Lenhossék (4) bei der Maus beschreibt. Namentlich ist der mittlere Teil der grauen Querschnittsfigur d. h. die beiden Kommissuren bedeutend plumper, als bei den bisher beschriebenen Rückenmarken anderer Säugetiere; ja in den unteren Teilen des Marks, dem Sakralmark, hört sogar die Trennung im Vorderhorn und Hinterhorn vollkommen auf; die graue Figur zeigt hier ein fast kreisförmiges Aussehen. (vergl. Fig. 1).

Die relativ geringe Masse der weissen Substanz gegenüber der des Rückenmarkes beim Menschen und grösseren Säugetieren ist jedoch im wesentlichen wohl nur eine scheinbare, da dieselbe sich nicht aus einer geringern Faserzahl erklärt, sondern aus dem sehr geringen Kaliber fast aller Fasern des Rückenmarks des Igels. Dabei sei hier gleich bemerkt, dass wesentliche Kaliberunterschiede in den einzelnen Strängen des Rückenmarks, wie sie bei vielen Säugetieren vorkommen, beim Igel nicht vorhanden sind.

Der Centralkanal ist im ganzen Rückenmark wohl entwickelt und hat fast überall eine seitlich komprimierte Form. Im unteren Teil des Marks hört diese Kompression auf, zugleich wird der Kanal hier weiter, um im Conus ein beträchtliches Lumen zu erlangen.

Auffällig ist in allen Teilen des Igelmarks die relativ starke Grösse der Hinterhörner, die mit ihrer sehr entwickelten kolbigen Anschwellung (es handelt sich dabei im wesentlichen um die Substantia gelatinosa rolandica) fast unmittelbar an die Oberfläche des Marks heranreichen und von derselben nur durch wenige Faserlagen getrennt sind.

Typische Seitenhörner kommen in keinem Teil des Igelrückenmarks zur Erscheinung, dagegen findet sich an ihrer Stelle, zwischen Vorder- und Hinterhörnern eine Art von Formatio reticularis, das heisst eine starke Durchsetzung der grauen Sub-

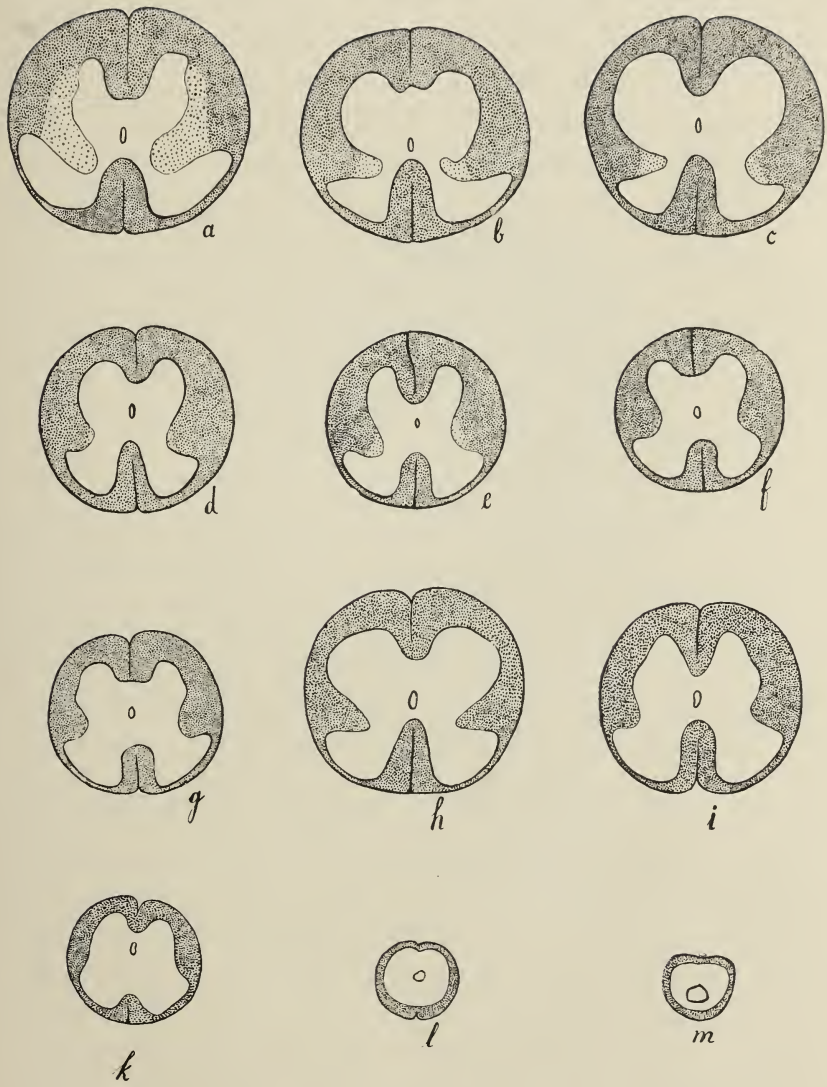


Fig. 1.

Querschnitte des Igelrückenmarkes in verschiedenen Höhen bei 8facher Vergrösserung. a oberes, b mittleres, c unteres Halsmark. d oberes, e mittleres, f unteres Brustmark. g oberes h unteres Lendenmark. i oberes, k unteres Sakralmark. l m Conus medullaris.

stanz mit zersprengten Faserbündeln des Seitenstranges, die stellenweise fast bis zur Abschnürung des kolbigen Hinterhornes führt.

II. Feinere Struktur des Rückenmarks des Igels

(nach Untersuchung an Präparaten mit Weigertscher Markscheidenfärbung).

Die histologische Beschreibung des Rückenmarks schliesse ich an an die im Texte beigedruckten und in der Tafel wiedergegebenen Abbildungen von Querschnitten aus den verschiedenen Regionen des Marks (Hals-, Brust- und Lendenmark) und beginne mit dem Halsmark.

A. Halsmark.

Aus dem Bereiche des Halsmarkes lege ich die drei Abbildungen Fig. 2 und 3 im Text und Fig. 1 der Tafel zu Grunde.

Textfigur 2 stellt einen Querschnitt des obersten Teiles des Halsmarks an der Grenze der Medulla oblongata dar, also an der Stelle, wo wir bei fast allen anderen Tieren die sogenannten Pyramidenkreuzung finden. Es zeigt sich nun beim Igel eine auffällige Erscheinung, vielleicht die auffälligste, welche die Untersuchung des Igelrückenmarks ergeben hat, nämlich ein völliger Mangel einer eigentlichen Pyramidenkreuzung. Es wurde zur genauen Feststellung dieser Thatsache noch das Reserverückenmark bis in die Medulla hinein in Serien geschnitten, jedoch fand sich von einer Pyramidenkreuzung keine Spur. Ebenso konnte dasselbe auch bei den anderen drei Rückenmarken, also im ganzen bei vier verschiedenen Tieren konstatiert werden. Ziehen (10) beschreibt im anatomischen Anzeiger vom Januar 1897 bei den Monotremen ähnliche Verhältnisse in dieser Beziehung, wie sie unsere Figur 2 wiedergibt. „Es entwickelt sich statt der Pyramidenkreuzung eine Art Raphe, in welche von

beiden Seiten Faserbündel in ziemlich regelmässigen Abständen (also nicht en masse) eintreten".

Diese Beschreibung Ziehens bei den Monotremen passt wörtlich auch auf unsere Abbildung. Ob diese Faserbündel ebenfalls, wie bei den Monotremen aus dem Seitenstrang kommen, konnte nicht mit Bestimmtheit festgestellt werden. Die grosse

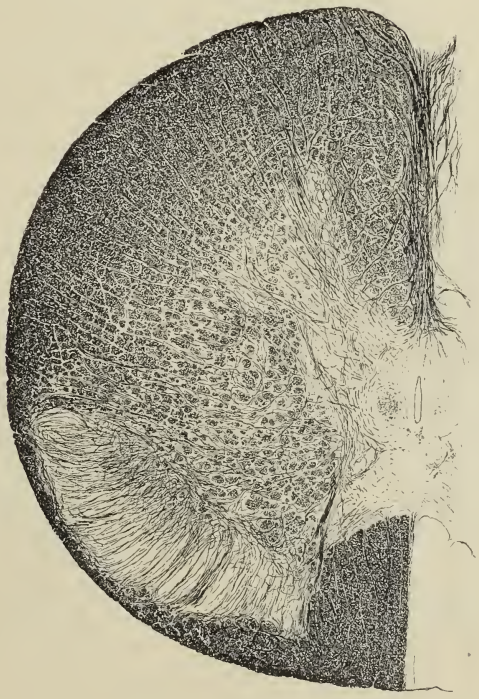


Fig. 2.

Querschnitt durch den obersten Abschnitt des Cervikalmarks des Igels an der Grenze gegen die Medulla oblongata. Vergr. 25.

Mehrzahl der sich im spitzen Winkel in der Raphe kreuzenden Fasern tritt in das entgegengesetzte Vorderhorn, wo sie sich zerstreuen und mit Sicherheit nicht weiter zu verfolgen sind, jedoch lassen sich einzelne allerdings bei manchen Präparaten so tief in das Vorderhorn hinein verfolgen, dass es den Anschein hat, als ob sie aus dem Seitenstrange stammten (Fig. 3).

Diese Kreuzung in der Raphe erstreckt sich über einen grösseren Abschnitt des Markes. So sind in Fig. 3, welche ungefähr der Höhe des ersten Cervikalnerven entspricht, noch deutliche Fasern einer Kreuzung zu sehen. Die ungefähre Ausdehnung, die diese Kreuzung im Mark hat, beträgt ca. 0,5—0,6 mm; ventralwärts sowohl, wie kaudalwärts hört die Kreuzung allmählich auf. Fig. 2 geht ungefähr durch die Mitte derselben.

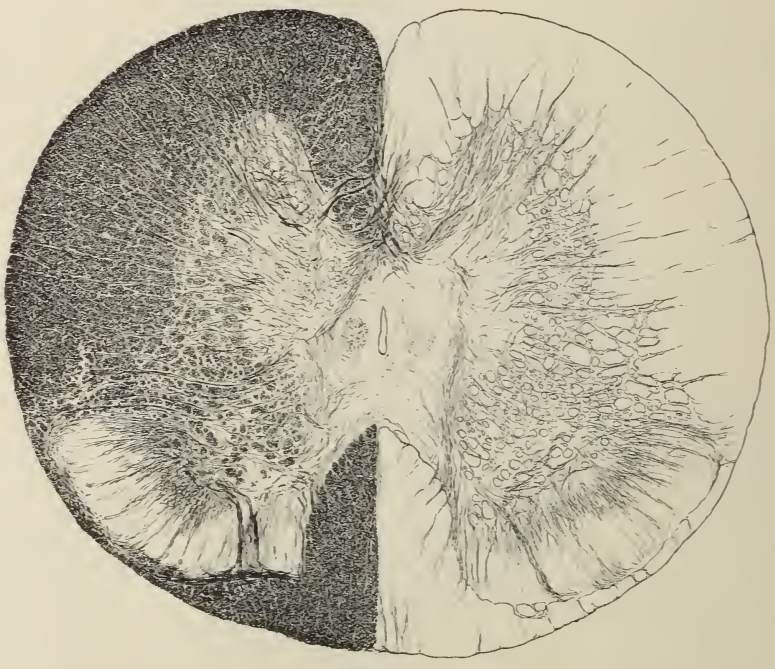


Fig. 3.
Querschnitt des Igelrückenmarks in der Höhe des ersten Cervikalnerven. Vergr. 25.

Ob wir es hier mit einer eigentlichen Pyramidenkreuzung zu thun haben, die in abweichender Form auftritt, oder ob diese Kreuzung mit einer wirklichen Pyramidenkreuzung nichts zu thun hat, lässt sich an der Hand der von uns angewandten Untersuchungsmethoden nicht entscheiden. Bekanntlich liegen die Pyramidenbahnen nicht bei allen Säugetieren an der gleichen Stelle. Lenhossék (4) z. B. wies bei der Maus nach, dass die

den Pyramidenseitensträngen des Menschen entsprechenden Bahnen im Hinterstrang sich finden, ein Verhalten, das sich auch bei anderen Säugern findet (z. B. beim Murmeltier).

Was die Lage der Pyramidenbahnen beim Igel betrifft, so möchte ich nur darauf aufmerksam machen, dass in der Medulla oblongata typische Pyramiden, d. h. von den Pyramidenbahnen gebildete, ventral neben der Mittellinie liegende, longitudinale, cirkumskripte Fasermassen nicht in der Weise sich finden, wie bei anderen Säugern. Es ist daher auch wohl nicht ausgeschlossen, dass die Pyramidenbahnen des Igels in Medulla oblongata und Rückenmark eine vom Verhalten beim Menschen abweichende Lage haben.

Im übrigen zeigt der Querschnitt der Fig. 2 schon fast das Verhalten des am weitesten kaudalwärts gelegenen Teiles der Medulla oblongata. Das Vorderhorn als solches ist nur noch als Rest vorhanden, ebenso nur noch eine einzige Gruppe motorischer Vorderhornzellen. Vom Seitenstrang aus erstreckt sich eine Art Formatio reticularis, d. h. zahlreiche lockere Bündel weisser Substanz (Faserbündelquerschnitte) durch die ganze Breite der grauen Substanz. Im eigentlichen Hinterhorn finden wir die im ganzen Igelmark sehr entwickelten Substantiae Rolandicae, welche, von zahlreichen markhaltigen Nervenfasern fast parallelen Verlaufes durchzogen, eine starke kolbige Anschwellung der grauen Rückenmarksfigur bilden.

Die vordere Kommissur ist ziemlich schmal, dagegen die hintere auffällig breit. Neben dem Centralkanal finden sich die äussersten Ausläufer der bis hierher aufsteigenden Clarkeschen Säulen, welche kleine Ganglienzellen und Nervenfaserquerschnitte enthalten.

Etwas tiefer und schon im Bereich des eigentlichen Rückenmarks (1 Cerv. nerv.) liegt der Querschnitt der Fig. 3. Die graue Substanz nimmt in diesem Präparate einen beträchtlich grösseren Raum ein als in Fig. 2, dadurch, dass die seitlich die

graue Figur durchsetzenden Faserbündel mehr zurücktreten. Das Vorderhorn hat an Breite zugenommen, ebenso die Gruppe motorischer Vorderhornzellen. Die Clarkesche Säule zeigt in Bezug auf Lage und Grösse ungefähr das Verhalten wie in Fig. 2. Auffällig breit sind die Kommissuren der grauen Substanz, auch die dorsale. Die Substantia Rolandica liegt wiederum als kolbige Anschwellung des Hinterhorns dicht unter der Oberfläche des Rückenmarks nur durch einige wenige Lagen longitudinaler Fasern von dieser getrennt.

Die graue Substanz ist in diesem Querschnitt sehr reich an markhaltigen Fasern, welche teils in longitudinalem zum grössten Teil aber in horizontalem oder schrägem Verlauf die Substanz durchsetzen.

Dagegen ist sie relativ arm an Ganglienzellen. Dieselben finden sich im wesentlichen in Gestalt dreier nicht sehr cirkumskripter Gruppen grosser motorischer Vorderhornzellen, welche sämtlich eine mediale Lage haben. Jede dieser Gruppen besteht auf dem Querschnitt aus 3—4 Zellen. Ausser diesen Ganglienzellen finden sich grössere nur noch in den Clarkeschen Säulen und vereinzelt in der Formatio reticularis. Im übrigen finden wir nur sehr kleine Zellen und Zellgruppen, darunter die von Gierke und H. Virchow (8) gefundenen kleinen (bei unserem Objekt sehr kleinen und spärlichen) Ganglienzellen der Rolandoschen Substanz.

Die Fasern der grauen Substanz zerfallen, abgesehen von den grösseren Bündeln longitudinal verlaufender Fasern der eingangs erwähnten Formatio reticularis in: erstlich Wurzelfasern (motorische und sensible), zweitens in Ausläufer der Kreuzung in der Raphe (siehe S. 17), drittens aus einer Anzahl aus den Seitensträngen zwischen den Bündeln der Formatio reticularis heraustretenden horizontalen Fasern (eine grössere Gruppe derselben dürfte auf unserer Fig. 2 vielleicht dem Accessorius angehören), viertens aus den bereits oben kurz erwähnten feinen

parallelen Faserzügen in der Substantia Rolandica; fünftens aus einzelnen in der hinteren Kommissur der grauen Substanz gelegenen horizontalen Kommissurenfasern, die hier jedoch inkonstant sind und erst in den tieferen Abschnitten des Rückenmarks konstanter werden (siehe S. 32). Das sind im wesentlichen die horizontal verlaufenden Faserzüge der grauen Substanz.

Der Kreuzungsfasern wurde bereits oben gedacht; einzelne derselben lassen sich wie erwähnt, bis nahezu in den Seitenstrang verfolgen.

Die vorderen Wurzelfasern, von denen in unserer Figur nur wenige zu erkennen sind, zeigen kein besonders auffälliges Verhalten. Dagegen finden wir ein solches bei den hinteren Wurzelfasern. Dieselben sammeln sich nämlich aus der Gegend der Clarkeschen Säulen und lateral von diesen, ferner anscheinend im besonderen aus der Region der Formatio reticularis zu gröberen Bündeln, welche teils seitlich von der Substantia gelatinosa rolandica in die weisse Substanz eintreten, teils auch den medialen Teil derselben selbst durchsetzen; gewöhnlich verlaufen sie eine Strecke derart weiter, dass sie sich an dem dorso-medialen Rande der Substantia Rolandica zu einem dicken Bündel zusammenschliessen, welches eine Strecke weit vom dorsalen Rande der Substantia Rolandica innerhalb der weissen Substanz verläuft und dann erst an der Oberfläche des Rückenmarkes zu Tage tritt. Longitudinal verlaufende Fasern finden wir innerhalb der grauen Substanz, ausser den erwähnten Bündeln der Formatio reticularis, in grösserer Anzahl wesentlich nur noch in der Clarkeschen Säule.

Die weisse Substanz bildet einen nach aussen sehr kompakten Gürtel um die graue Figur. An Stelle des Sulcus longitudinalis anterior findet sich hier noch die erwähnte Raphe mit ihren Faserkreuzungen. Die Fissura longitudinalis posterior wird nur durch ein schmales Piablatt gekennzeichnet und stellt keinerlei Spalt dar.

Die Fasermassen der weissen Substanz grenzen sich medial gegen das Vorderhorn und lateral gegen das Hinterhorn (Substantia gelatinosa rolandica) ziemlich scharf ab; ebenso auch die dünne Lage von Nervenfasern, welche wie erwähnt, die Substantia Rolandica nach aussen begrenzt. Im übrigen ist graue und weisse Substanz, wie bereits besprochen, nicht sehr scharf von einander getrennt.

Die weisse Substanz enthält im wesentlichen longitudinal verlaufende Fasern ziemlich gleichen und durchweg sehr kleinen Kalibers. Horizontale Fasern finden sich besonders in Gestalt der vorderen und hinteren Wurzelfasern, von denen erstere in der bekannten Weise meist gerade, letztere nach Art wie oben beschrieben, in meist welligem Verlauf, die weisse Substanz durchsetzen.

Abweichend von dem Verhalten beim Menschen ist im Halsmark des Igels die Lage und das Vorhandensein der Clarkeschen Säulen, wie sie jedoch auch ähnlich von Waldeyer (9) beim Gorilla und auch von anderen Autoren, z. B. Kölliker (2) beim Hunde, Lenhossék (4) bei der Maus beschrieben worden ist; ferner die Lage und Ausdehnung der Substantia Rolandica, welche in derselben Weise ebenfalls bei der Maus von Lenhossék (4) beobachtet wurde.

In dem unteren Teil des Halsmarks im Gebiet des sechsten Halsnerven, also im Bereiche der Halsanschwellung liegt der Querschnitt, der in Fig. 1 der Taf. wiedergegeben ist. Der Umfang des Rückenmarks ist hier so gross wie nur noch im obersten Teil des Cervikalmarks beim Übergang in die Medulla oblongata (Fig. 1 und 2). Im Bereich der oberen Halsnerven (2 bis 4) verdünnt sich das Mark, um erst wieder im Bereich der Halsanschwellung eine erhebliche Dicke zu erreichen.

Die Fig. 1 der Taf. kann als Typus für das Verhalten des Cervikalmarks des Igels gelten. Es ist das derjenige Teil

des Igelrückenmarks, welcher sich seinem ganzen Verhalten nach am meisten an die Verhältnisse beim Menschen anlehnt.

Grössere, im ersten Augenblicke zutage tretende Abweichungen sind wohl nur der ungewöhnliche Reichtum an Ganglienzellen, wie überhaupt die verhältnismässig massige graue Substanz.

Die Vorderhörner der grauen Substanz sind ausserordentlich stark entwickelt und treten viel näher an die Oberfläche des Rückenmarks als im oberen Teil des Cervikalmarks.

Die Hinterhörner bestehen im wesentlichen aus der ziemlich scharf abgegrenzten Substantia Rolandica, welche jedoch im Querschnitt mehr rundlich, nicht stark queroval ist, wie im oberen Teil des Cervikalmarks; damit nähert sich die Form der Rolandoschen Substanz mehr derjenigen, wie wir sie beim Menschen zu sehen gewohnt sind. Immerhin läuft das Hinterhorn niemals spitz aus wie beim Menschen, sondern das rundliche Ende desselben wird von der Substantia Rolandica selbst gebildet.

Vordere und hintere Kommissur sind nicht so auffällig breit, wie im übrigen Teil des Igelmarkes, besonders die dorsale ist an dieser Stelle ziemlich schmal und ähnelt in ihrem Verhalten demjenigen im menschlichen Rückenmark.

Eine eigentliche Substantia gelatinosa centralis, wenigstens in einer irgendwie auffälligen Weise findet sich weder hier noch sonst im Rückenmark des Igels.

Die vordere Kommissur enthält in ganz ähnlicher Weise wie beim Menschen eine schwache Kreuzung von Vorderstrangfasern.

Die graue Substanz ist gegen die weisse auf diesem Querschnitte viel schärfer umgrenzt, als im oberen Cervikalmark, und zwischen dem kolbigen Vorderhorn und der Substantia gelatinosa findet sich nach Art, wie oben beschrieben, eine Formatio reticularis durch einzelne, aber ziemlich grobe Seitenstrangbündel

gebildet. Auf diese Weise wird auch hier noch die Substantia Rolandica ziemlich scharf von der übrigen grauen Figur abgesetzt, wozu auch noch die dorsalen Wurzelfasern beitragen. Eine laterale dorsalwärts gerichtete kleine Ausbuchtung des Vorderhorns lässt sich als eine Andeutung eines Seitenhornes auffassen.

Die graue Substanz ist, wie bereits erwähnt, ungemein reich an Ganglienzellen, welche sich über die ganze graue Figur mit Ausnahme der Rolandoschen Substanz verteilen (die ganz kleinen und sehr spärlichen Gierkeschen Zellen der Substantia Rolandica konnten, ihrer Kleinheit wegen, auf der Figur nicht zur Wiedergabe gelangen).

Die Ganglienzellen der grauen Substanz zerfallen ihrer Grösse nach in drei Abteilungen:

1. Grosse (motorische Vorderhorn)-Zellen, die sich lediglich im Vorderhorn finden und zwar nur im lateralen Teil desselben.

2. Kleine Zellen, welche durchweg viel kleiner sind, als die motorischen Vorderhornzellen, unter denen wir aber wiederum mittlere und ganz kleine unterscheiden können.

Letztere machen bei weitem die grösste Menge der Ganglienzellen der Rückenmarksquerschnitte aus.

Die motorischen Vorderhornzellen sind in vier grössere, mehr oder weniger cirkumskripte Gruppen gesondert. Zwei derselben liegen lateral- und zugleich ventralwärts ziemlich nahe der Oberfläche des Rückenmarks, durch eine mässig breite Lücke weisser Substanz von dieser getrennt.

Die beiden anderen Gruppen liegen ganz lateral, die eine derselben in dem erwähnten, Seitenhorn ähnlichen, etwas nach dorsal gerichteten Fortsatz. Jede Gruppe enthält auf dem Querschnittsbild ungefähr 8—10 grosse Zelldurchschnitte, also erheblich mehr als im oberen Cervikalmark; die dort beschriebene mediale Zellgruppe fehlt hier.

Im medialen Teil der Vorderhörner finden sich hier nur ganz kleine und sehr vereinzelt auch mittlere Zellen. Die übrigen Ganglienzellen liegen in der grauen Substanz unregel, mässig zerstreut und zwar überall mit Ausnahme der Rolando-schen Substanz und des Bereiches der motorischen Zellen. Auch in den Kommissuren finden sich kleine Ganglienzellen. Die Form dieser Zellen ist im allgemeinen dieselbe, wie die der grossen motorischen, d. h. sie sind multipolar, anscheinend jedoch mit weniger reichen Dendritenverzweigungen versehen. Zellen mittlerer Grösse finden sich, zu kleineren Gruppen geordnet, beiderseits neben dem Centralkanal; eine dieser Gruppen, die zugleich etwas mehr dorsal liegt, stellt auch hier die Clarke-sche Säule dar, obwohl dieselbe, wegen der zahlreich in der Nachbarschaft gelegenen übrigen Zellen hier nicht so cirkumskript ist, wie in den übrigen Teilen des Rückenmarks.

Die Fasern der grauen Substanz sind verhältnismässig nicht so reichlich, wie in den anderen Regionen des Marks, namentlich den weiter kaudalwärts gelegenen. Abgesehen von den bereits erwähnten, der weissen Substanz angehörigen Bündeln der Formatio reticularis finden sich nur sehr wenig Fasern longitudinalen Verlaufes in der grauen Substanz und zwar im wesentlichen nur in der Gegend der Clarkeschen Säulen und in der Substantia Rolandica. Die übrigen Fasern verlaufen horizontal oder schräg. Von den horizontalen Fasern kommen zunächst in Betracht: die dorsalen und ventralen Wurzelfasern. Beide sind in dem Querschnitt der Fig. 1 der Taf. besonders deutlich. Die ventralen Wurzelfasern beginnen in der Nähe der Vorderhornzellgruppen und sammeln sich an der Grenze von grauer und weisser Substanz zu einzelnen kompakten Bündeln, welche in ziemlich genau horizontalem Verlauf die weisse Substanz durchsetzen und an der Oberfläche des Marks getrennt zum Vorschein kommen.

*

Die dorsalen Wurzeln erscheinen in kompakterer Form, d. h. in Gestalt kleiner, nahezu paralleler Bündel, an der medialen Seite des Hinterhornes ventral von der Rolandoschen Substanz, den medialen Teil desselben zum kleinen Teil noch durchsetzend. Ihre centralen Ausläufer verschwinden in der Gegend der Clarkeschen Säule innerhalb der Zellmasse der grauen Substanz. In der weissen Substanz sammeln sich die Bündel der dorsalen Wurzel zu einem dicken Nervenstamme, der in meist welligem Verlauf medial und ventral um die Rolandosche Substanz herumläuft, um dann an die Oberfläche des Markes zu treten. Das Verhalten der dorsalen Wurzeln ist also hier ein ganz ähnliches, wie im menschlichen Rückenmark.

Die übrigen horizontal oder schräg verlaufenden Fasern der grauen Substanz zeigen im wesentlichen dasselbe Verhalten, wie wir es bereits im oberen Cervikalmark beschrieben haben und wie es sich auch im Rückenmark anderer Säugetiere und des Menschen findet.

Die weisse Substanz wird in dem Querschnittsbild der Fig. 1 der Taf. durch einen deutlichen Sulcus ventralis, der bis in die Gegend der Kreuzung an der vorderen Kommissur reicht, getrennt. Dagegen besteht an Stelle der Fissura dorsalis nur ein einfaches trennendes, stellenweise sogar diskontinuierliches Piablatt. Im übrigen zeigt die weisse Substanz, abgesehen von den erwähnten Dickenunterschieden, keine Besonderheiten gegenüber dem Verhalten im oberen Cervikalmark. Überall finden sich fast gleich dicke Nervenfasern von durchweg sehr geringem Kaliber.

Das eigentliche Halsmark, insbesondere die Gegend der Halsanschwellung, zeigt also beim Igel keine wesentlichen Abweichungen von dem Verhalten des menschlichen oder anderer Säugetierrückenmarke.

Das Brustmark.

Das Brustmark des Igels dürfte im allgemeinen den interessantesten Abschnitt des Markes darstellen, indem sich, namentlich im Bereich des mittleren und unteren Brustmarks, mancherlei Unterschiede von dem Verhalten des menschlichen Rückenmarks und auch von dem der meisten Säugetiere finden.

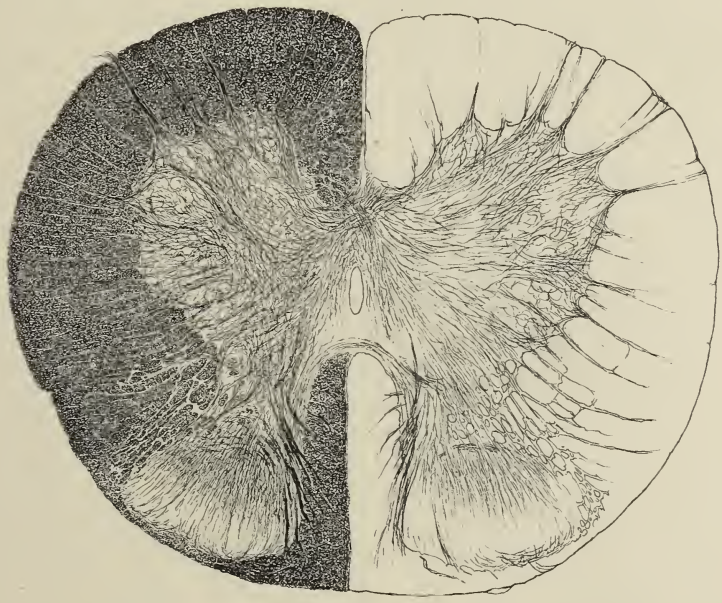


Fig. 4.
Querschnitt durch den untersten Teil der Halsanschwellung (Höhe des 2. Brustnerven) des Igelrückenmarks. Vergr. 25.

Am wenigsten tritt dies im Bereich des obersten Brustnerven hervor, also im untersten Teil der Halsanschwellung; so stellt Fig. 4 einen Querschnitt des Rückenmarks in der Gegend des zweiten Brustnerven dar, welcher ein Bild ergiebt, das nicht wesentlich von dem des menschlichen Rückenmarks in gleichen Höhe abweicht.

Der ganze Querschnitt ist etwas kleiner, die Masse der grauer Substanz ist etwas geringer, als auf dem vorigen Durchschnitt,

zeigt aber sonst keine wesentlichen Abweichungen, höchstens sind die Hinterhörner, deren dorsale Enden auch hier von der Substantia Rolandica gebildet werden, wieder etwas breiter als im vorigen Präparat; die graue Substanz ist durchschnittlich viel zellärmer, dagegen faserreicher als in der Mitte der Halsanschwellung (Fig. 1 der Taf.). Insbesondere finden sich ausserordentlich viel weniger kleine Ganglienzellen. Was die motorischen Vorderhornzellen betrifft, so findet sich jetzt deutlich ausser den vier oben beschriebenen lateralen Gruppen, eine kleine mediale Gruppe.

Die Clarkesche Säule ist im Bereich dieses Teils des Rückenmarks des Igels am wenigsten deutlich, immerhin jedoch zu erkennen und zwar im allgemeinen an der Stelle, wo wir sie auch beim Menschen finden (die Stelle ist an der Zeichnung, weil die Zellen nicht besonders zur Darstellung gebracht sind, nicht eben gut zu sehen).

Die Kommissuren zeigen im wesentlichen dasselbe Verhalten, wie in der Mitte der Halsanschwellung, und es tritt in der dorsalen Kommissur jetzt bereits andeutungsweise ein Faserzug auf, der weiter kaudalwärts im Brustmark sich konstant findet und eine eigentümliche weisse Kommissur darstellt (siehe unten S. 32).

Die weisse Substanz des Querschnittes, ebenso wie die Wurzelfasern desselben zeigen fast dasselbe Verhalten, wie oben beschrieben.

Ganz abweichende Querschnittsbilder dagegen liefert das mittlere Brustmark des Igels.

Die graue Substanz ist hier gegenüber der Fasermasse der weissen relativ klein; dabei ist auffälligerweise die Substantia Rolandica besonders stark entwickelt. Sie bildet auch hier in Gestalt einer querovalen breiten Masse das kolbig angeschwollene Ende des Hinterhorns, ja eigentlich stellt sie, wie beim Igel überhaupt, den Hauptbestandteil, wenn nicht das ganze Hinter-

horn dar. Wie auch bereits im Halsmark, trennt nur ein dünne Lage von Fasern diese Substanz von der Oberfläche.

Die Vorderhörner sind viel schmäler als im Halsteil, dagegen sind die Kommissuren und besonders die hintere ganz auffällig breit, derart, dass man von der grauen Figur des Querschnitts den mittleren Teil, der weder Hinter- noch Vorderhörnern angehört, besonders betrachten muss, ein Teil, der dem Rücken-

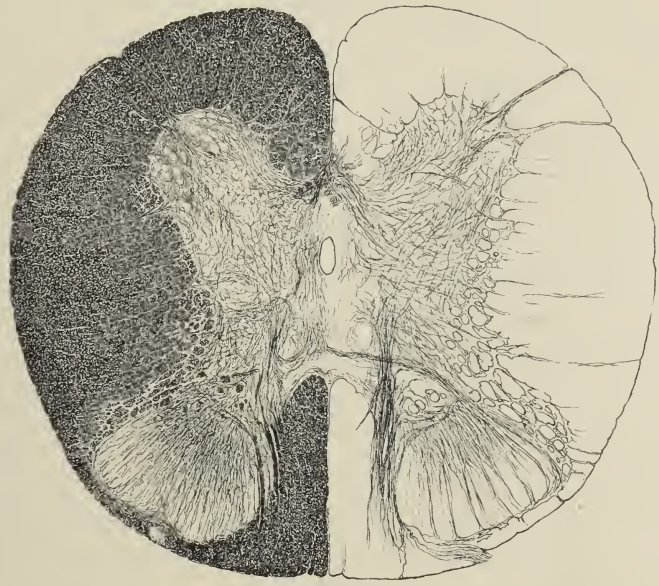


Fig. 5.
Querschnitt durch das Brustmark in der Höhe der 6. bis 7. Brustnerven des Igels. Vergr. 25.

mark des Menschen z. B. in dieser Gestalt vollständig fehlt. Die Topographie des Querschnitts ist beim Igel gegenüber der des Menschen derart abgeändert, dass die in den centralen Teilen der Hinterhörner des menschlichen Markes gelegenen Teile wie die Clarkesche Säule etc., beim Igel gleichsam in die stark verbreiterte hintere Kommissur verschoben sind.

Derartige Erscheinungen sind auch bei anderen Säugetieren nicht selten. Schon beim Gorilla hat Waldeyer (9) eine

ähnlich abweichende Lage der Clarkeschen Säulen beschrieben, ferner Kölliker (2) beim Hund und von Lenhossék (4) bei der Maus. Dieses Verhalten ist deutlich zu beobachten an den Figuren 5 des Textes und 2 der Tafel, welche aus ungefähr derselben Region des Brustmarks stammen.

Die Ganglienzellen der grauen Substanz sind in dieser Gegend relativ zahlreich, jedoch nicht annähernd in der Menge noch vorhanden, wie in der Gegend der Halsanschwellung (vergl. Fig. 1 und 2, Taf.).

Wir können hier deutlich wieder drei Arten von Ganglienzellen unterscheiden:

1. Die grossen motorischen Vorderhornzellen, welche in einen medialen und 2—3 lateralen Gruppen angeordnet sind. Die Gruppen bestehen aus 6—8 Ganglienzellen auf dem Querschnitt.

2. Mittlere Ganglienzellen. Dieselben sind teils zu selbstständigen Gruppen angeordnet, teils liegen einzelne derselben zerstreut in der grauen Substanz.

Die Gruppen mittelgrosser Zellen sind im wesentlichen: die hier sehr entwickelten Clarkeschen Säulen, welche im Querschnitt einen Komplex von ca. 15 dicht aneinandergelagerten mittelgrossen Zellen bilden. Die Lage der Clarke'schen Säulen beim Igel ist, wie erwähnt, eine von der beim Menschen abweichende.

Angesichts der Thatsache jedoch, dass ausser beim Gorilla auch bei anderen Säugern, wie ich mich an mir von Herrn Dr. Sobotta zur Verfügung gestellten Präparaten von Macacus und Katze habe selbst überzeugen können, die Clarkeschen Säulen die gleiche (Macacus, Katze) oder eine ähnliche (Gorilla) Lage haben, wie beim Igel, darf man wohl die Lagerung derselben beim Menschen in den basalen Teilen der Hinterhörner, eher als eine Abweichung von der typischen Lage deuten, als das Verhalten beim Igel. Das gleiche findet sich ja auch vom Hund (Kölliker [2]), und der Maus (Lenhossék [4])

berichtet. Während sie beim Gorilla direkt seitlich vom Centralkanal liegen, befinden sie sich bei unserem Untersuchungsobjekt konstant in der eigentlichen hinteren Kommissur, also dorsal vom Centralkanal ziemlich dicht neben der Mittellinie.

Zerstreute mittelgrosse Ganglienzellen liegen zum Teil bereits in dieser Region in unregelmässiger Gruppierung zwischen Clarkeschen Säulen und Centralkanal. Ähnlich gelagerte Ganglienzellgruppen sind, soweit ich aus der Litteratur ersehe, bisher nicht beschrieben worden.

Kleine Ganglienzellen, gelegentlich auch einige wenige mittlerer Grösse, finden sich zerstreut in der ganzen übrigen grauen Substanz, namentlich auch an den Basen der Vorderhörner, dagegen nicht in der Rolando'schen Substanz, welche im ganzen Rückenmark ausser den erwähnten spärlichen Gierkeschen Zellen keinerlei Ganglienzellen enthält.

Die Fasern der grauen Substanz sind in diesem Rücken marksabschnitt ausserordentlich zahlreich, sodass die ganze graue Substanz von einem dichten Fasernetz meist horizontal verlaufender Fasern durchsetzt wird. Diese Fasern zerfallen in dieselben Gruppen, wie bereits oben angegeben; wir finden vordere (ventrale) und hintere (dorsale) Wurzelfaserbündel, von denen die Ausläufer der dorsalen sich an den Clarkeschen Säulen vorbei bis weit in das Vorderhorn hinein verfolgen lassen. An der medialen und ventralen Seite der Substantia gelatinosa sammeln sie sich zu kompakteren Bündeln, die zumeist in horizontalem Verlauf die Substantia gelatinosa selbst durchsetzen, häufig sogar (Fig. 2 der Taf.) bis fast in den mittleren Teil derselben sich hinein erstrecken.

Von den übrigen Faserzügen der grauen Substanz, die im allgemeinen keine Besonderheiten zeigen, wären noch zu erwähnen: die longitudinalen Fasern in den Clarkeschen Säulen, ferner ausser den zahlreichen horizontal und parallel verlaufenden

bereits genannten Fasern in der Substantia gelatinosa noch solche longitudinalen Verlaufes in derselben; ausserdem, wie im Bereich des ganzen Rückenmarkes, die Kreuzung der Vorderstrangfasern in der vorderen Kommissur.

Auffallend dagegen ist ein Faserzug der sich im Bereich des mittleren und unteren Brustmarks ganz konstant findet. Ein ähnlicher Faserzug wurde von Kölliker (2) u. a. bei verschiedenen Embryonen, besonders gut bei neugeborenen Katzen gefunden, bei erwachsenen Tieren jedoch nur beim Meerschweinchen durch von Lenhossék (4). Bei keinem Tiere dürfte derselbe aber in solcher Stärke und in so ausgeprägter Weise bisher gefunden worden sein als beim Igel, wo derselbe noch dazu durch seinen fast geraden Verlauf in der breiten hinteren Kommissur ganz besonders auffällt. Man kann ihn oft auf einem einzigen Schnitt vom ventralen Rande der Substantia gelatinosa der einen Seite bis zum entsprechenden Rande der der entgegengesetzten Seite verfolgen. Zumeist aber verlaufen die Bündel leicht wellig, sodass sie auf dem Querschnitt mit Unterbrechung getroffen werden (Fig. 2 der Taf.). Es hat den Anschein, als stammten die Fasern aus rechtwinkelig umbiegenden Teilen des Seitenstranges der entgegengesetzten Seite.

Die weise Substanz zeigt in der Region des mittleren Dorsalmarkes gegenüber dem bereits früher Beschriebenen wenig Besonderheiten, höchstens stellt sie eine kompaktere Lage dar, wie auch die zersprengten Seitenstrangbündel der Formatio reticularis hier mehr zurücktreten. Immerhin liegen einzelne solcher Bündel häufig ganz isoliert in der grauen Substanz der Hinterhörner ventral von der Substantia gelatinosa Rolandica.

Sehr ähnliche Verhältnisse finden wir auch im unteren Dorsalmark (Fig. 6 und 3 der Taf.). Wir können uns daher in der Beschreibung dieser Querschnitte kurz fassen und brauchen nur auf einige Besonderheiten hinzuweisen, die zum Teil wieder für

das Igelrückenmark charakteristisch zu sein scheinen, wenigstens bisher nirgends erwähnt wurden.

Die Clarkeschen Säulen zeigen beim Igel in dieser Region wie bei allen Tieren ihre mächtigste Entwickelung. Die graue Substanz ist ausserordentlich reich an Nervenfasern, fast noch reicher wie im mittleren Teil des Brustmarkes. Sehr auffällig ist eine eigentümliche Gruppe mittelgrosser Ganglienzellen, welche

Fig. 6.
Querschnitt durch das untere Brustmark des Igels in der Höhe des 10. bis 11. Brustnerven. Vergr. 25.

ungefähr in ihrer Grösse denjenigen der Clarkeschen Säule gleichkommen, in ihrer Form aber abweichen. Diese Zellgruppe findet sich in Fig. 3 der Taf. bilateral in der Höhe zwischen Centralkanal und Clarkescher Säule im lateralen Teil der breiten dorsalen Kommissur. Die Gruppe enthält ungefähr 12 mittelgrosse Ganglienzellen, welche multipolar sind, jedoch Fortsätze im wesentlichen nach zwei Richtungen aussenden, sodass die einzelnen Zellen sowohl, wie die ganze Gruppe dorso-

ventral komprimiert erscheint. Wir werden diese Zellen in einem tieferen Abschnitte des Rückenmarks wiederfinden.

Das Lendenmark.

Die Struktur des Lendenmarks des Igels sollen die Textfiguren 7—9 und die Fig. 4 der Taf. erläutern. Die graue Substanz ist im Bereich des Lendenmarkes wiederum verhältnis-

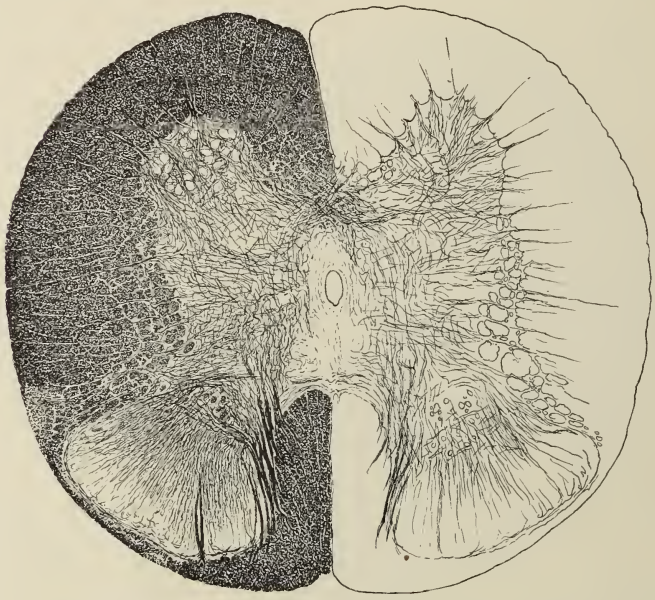


Fig. 7.
Querschnitt durch das obere Lendenmark des Igels. Vergr. 25.

mässig entwickelter als im Bereich des Brustmarks. Insbesondere sind die Substantiae gelatinosae stark entwickelt. Was die Ganglienzellen der grauen Substanz betrifft, so sind die motorischen Vorderhornzellen in relativ spärlicher Zahl vorhanden und bilden keine deutlich abgegrenzte Gruppe. Die Clarkeschen Säulen sind im obern Abschnitt des Lendenmarks noch deutlich erkennbar, zeigen jedoch eine geringere Entwickelung als im untern Brustmark und enthalten auch weniger Zellen (8—10) auf dem Querschnitt.

Sehr auffällig ist nun eine Gruppe von mittelgrossen Ganglienzellen, welche zwischen Centralkanal und Clarkescher Säule in Gestalt eines bandartigen Streifens hindurchzieht (Fig. 4 der Taf.). Die Gestalt dieser Zellen, welche sämtlich in ihrer Form sich der Richtung des Bandes anpassen, also länglich erscheinen, erinnert lebhaft an die bereits im unteren Brustmark (Fig. 3 der Taf.) beschriebenen, in derselben Region gelegenen Zellgruppen. Während letztere aber paarig zu beiden Seiten des Centralkanals lagern, finden wir hier einen unpaarigen medialen Streifen von Zellen. Trotzdem stimmt Form und Region dieser Zellen derart überein, dass wir wohl kaum fehl gehen, wenn wir diese Zellgruppen für identisch halten. Wir haben sie nur im untersten Teile des Brust- und im obersten Teil des Lendenmarks bei unserem Tiere finden können.

Eine solche Zellgruppe, wir möchten sie „Gruppe der hinteren Kommissur" nennen, ist unseres Wissens bisher noch nicht beschrieben worden. Waldeyer (9) hat beim Gorilla viel kleinere Zellen, die dorsal von den Clarkeschen Säulen lagen, als „Nebenzellen" beschrieben. Weder die Lage derselben noch aber ihre Grösse und Gestalt scheint mir darauf hinzudeuten, dass wir es mit denselben Zellen zu thun haben.

Sonst finden wir in der grauen Substanz des Lendenmarks zahlreiche zerstreute kleine Ganglienzellen. Im Bereich der eigentlichen Lendenanschwellung finden sich von der Clarkeschen Säule gewöhnlich (Fig. 8 und 9) nur noch spärliche Andeutungen. Im Endteil derselben (Fig. 10) fehlen auch diese zumeist bereits völlig.

Was die Fasern der grauen Substanz betrifft, so sind dieselben im Lendenmark weniger zahlreich als im untersten Brustmark.

Andeutungsweise findet sich auch noch (siehe Fig. 7) ein Rest der erwähnten dorsalen weissen Kommissur, während die hintere graue Kommissur schmäler geworden ist, als im Brust-

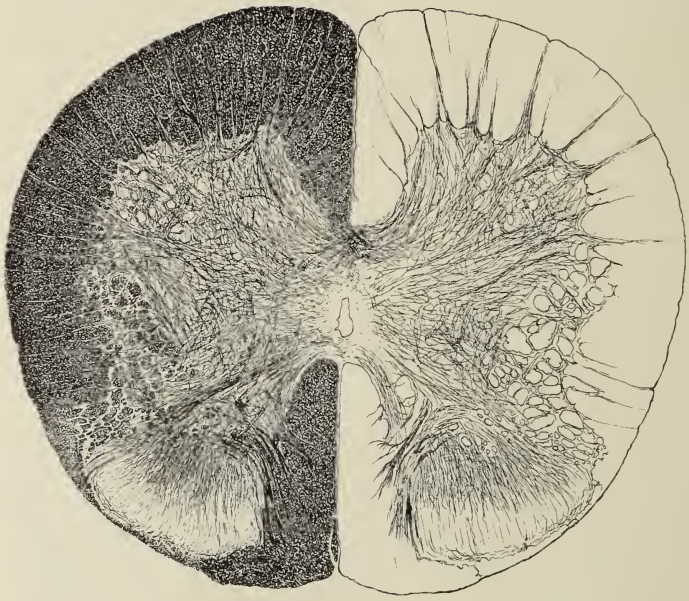


Fig. 8.
Querschnitt durch die Mitte der Lendenanschwellung des Igelrückenmarks. Vergr. 25.

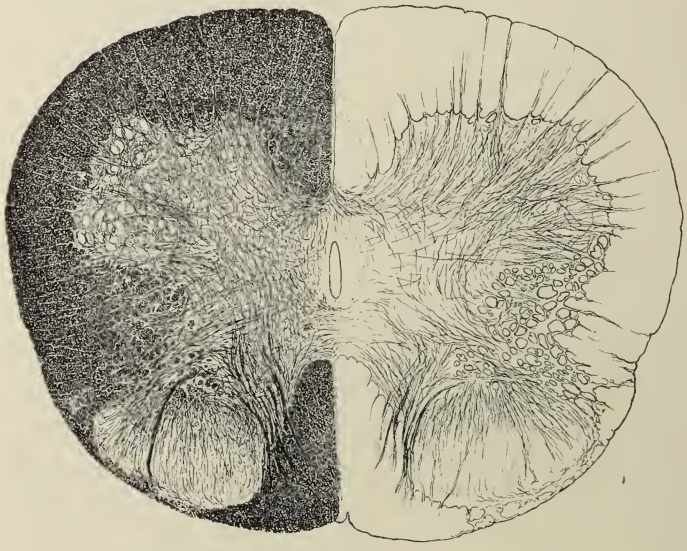


Fig. 9.
Querschnitt durch den unteren Teil der Lendenanschwellung des Igelrückenmarks. Vergr. 25.

mark. Die hinteren Wurzelfasern durchsetzen auch hier wieder, mitunter in einzelnen ziemlich kompakten Bündeln die Substantia Rolandica.

Die weisse Substanz zeigt im Lendenmark keinerlei Besonderheiten, die nicht bereits bei Beschreibung der weiter kranialwärts gelegenen Regionen des Rückenmarks Erwähnung gefunden hätten.

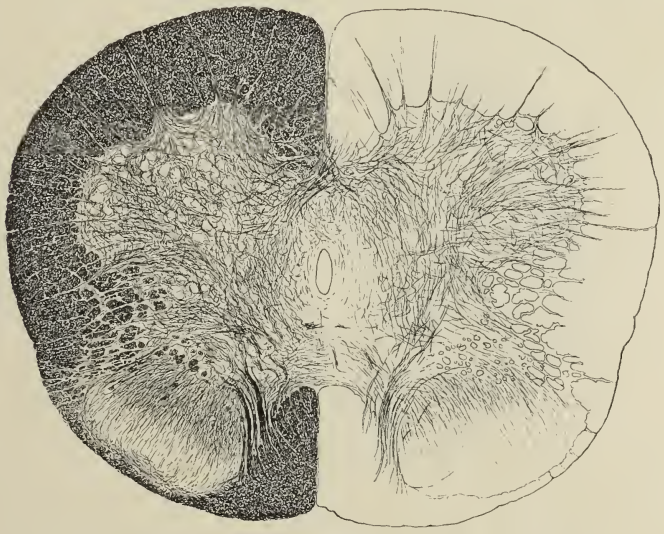


Fig. 10.
Querschnitt durch das obere Sakralmark (Ende der Lendenanschwellung) des Igels. Vergr. 25.

Das Sakralmark.

Das Sakralmark (vergl. Fig. 10—12 und 5 der Tafel) zeigt wiederum noch weniger Abweichungen vom typischen Verhalten beim Menschen und anderen Säugern als das Lendenmark und reiht sich somit dem Verhalten des Halsmarkes an. Höchstens sind beide Kommissuren der grauen Substanz, und besonders die dorsale, viel breiter als beim Menschen, ein Verhalten, das sich jedoch auch bei anderen Säugetieren, z. B. nicht anthropoiden Affen (Macacus) findet. Die motorischen Ganglienzellen

der Vorderhörner liegen im wesentlichen lateral; nur vereinzelt findet sich eine kleine mediale Gruppe. Im oberen Sakralmark (Fig. 9 und 10) sind dieselben noch recht zahlreich, im mittleren und unteren Sakralmark recht spärlich.

Sie liegen nicht zu eigentlichen Gruppen, sondern zu mehr unregelmässigen und etwas wechselnden Komplexen geordnet und machen die grösste Zahl der Ganglienzellen der grauen Substanz aus. Von Clarkeschen Säulen sieht man im oberen

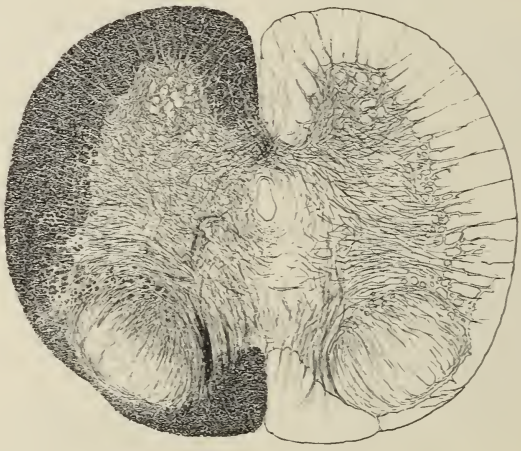


Fig. 11.
Querschnitt durch das Sakralmark des Igels. Unterer Teil. Vergr. 25.

Sakralmark auch keine Andeutungen mehr, ebenso fehlen sie im unteren Sakralmark gänzlich.

Andere mittelgrosse Ganglienzellen sind ganz vereinzelt zu finden. Dagegen kommt eine grössere Zahl von kleinen Zellen zerstreut vor, namentlich in den mittleren Teilen der grauen Substanz, ähnlich wie für die mittleren Abschnitte des Rückenmarks beschrieben.

Auffälligerweise befand sich im Bereich des unteren Sakralmarks eine Anzahl von grossen Ganglienzellen nach Art und Grösse der motorischen Vorderhornzellen, teils in, teils dicht neben der vorderen Kommissur gelegen (Fig. 5 der Taf.) Es

war diese Erscheinung jedoch auf einen kleinen Teil des Sakralmarks beschränkt.

Eine ähnliche, jedoch im Übergangsteil von Lenden- und Brustmark gelegene Zellgruppe „selbständige Kommissurengruppe“ hat Lenhossék (4) bei der Maus gefunden.

Im mittleren und unteren Sakralmark nimmt die Masse der weissen Substanz unter gleichzeitiger starker Abnahme des

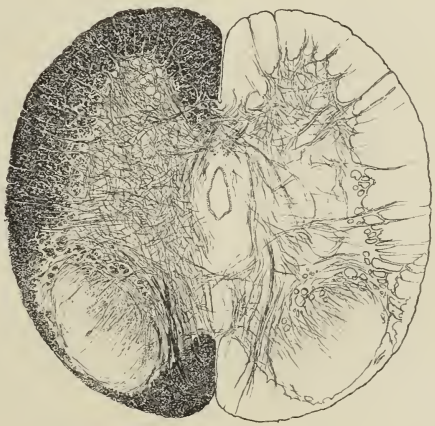


Fig. 12.
Querschnitt durch das unterste Sakralmark des Igels, kurz vor dem Conus medullaris. Vergr. 25.

Rückenmarkskalibers stetig ab, indem zu gleicher Zeit die Gestalt der eigentümlichen H-Figur der grauen Substanz allmählich zurücktritt, wie dies bekanntlich auch beim Menschen und anderen Säugern der Fall ist.

Diese Abschnitte des Igelmarks (Fig. 11 und 12) zeigen keine wesentlichen Besonderheiten mehr, sodass wir von einer detaillierten Schilderung Abstand nehmen zu dürfen glauben und auf die beigegebenen Figuren verweisen.

Zusammenfassung.

Es sei mir am Schlusse dieser Abhandlung gestattet, noch einmal die wesentlichen Resultate der Untersuchung zusammenzufassen und besonders auf diejenigen Punkte aufmerksam zu machen, welche Abweichungen im feineren Bau des Rückenmarks des Igels gegenüber demjenigen des Menschen und anderer Tiere ergeben haben.

In erster Linie kommt hier der Mangel einer eigentlichen Pyramidenkreuzung in Betracht, ein um so auffälligerer Befund, als nach den Untersuchungen von Ziehen (10) selbst die Marsupialier eine solche besitzen, und nur die niedersten aller Säugetiere, die Monotremen, das gleiche diesbezügliche Verhalten aufweisen, wie der Igel.

Ferner dürfte das Vorhandensein einer stark ausgebildeten Kommissur markhaltiger Nervenfasern in der Commissura dorsalis zwischen Centralkanal und Clarkeschen Säulen besonders hervorzuheben sein, da eine solche beim erwachsenen Tier nur beim Meerschwein und da nur in geringerer Ausdehnung bisher beschrieben wurde, sonst nur bei Föten oder neugeborenen Tieren bekannt war.

Ein sehr auffälliges und unseres Wissens bei keinem Säugetier bisher beschriebenes Verhalten fanden wir in einer Gruppe mittelgrosser Ganglienzellen, welche im untersten Brust- und oberen Lendenmark zwischen Clarkescher Säule und Centralkanal in der hinteren Kommissur gelegen ist.

Erwähnung erfordert auch das Verhalten der Clarkeschen Säulen selbst, die insofern von dem Verhalten beim Menschen abweichen, als sie sich zwar in ihrer höchsten Entwickelung im mittleren und unteren Brustmark, sowie auch beim Menschen vorfinden, dagegen sich auch bis in das oberste Halsmark hinein

erstrecken. Allerdings sind sie im Bereich der Halsanschwellung nicht sehr stark entwickelt und fehlen im Sakralmark gänzlich.

Diese Ausdehnung der Clarkeschen Säulen über eine grössere Strecke des Rückenmarks als beim Menschen, ist allerdings nichts ganz ungewöhnliches, da nach Waldeyers (9) Untersuchungen die Clarke'schen Säulen beim Gorilla nicht bloss im Halsmark, sondern auch im Sakralmark, also im Bereich des ganzen Rückenmarks sich finden.

Die eigentümliche Entwickelung der Substantia Rolandica, wie wir sie bei unserem Untersuchungsobjekte fanden, ist auch vom Rückenmark anderer Säugetiere her bekannt.

Im unteren Sakralmark fand sich eine Gruppe von grossen motorischen Ganglienzellen in die Nähe und sogar in die vordere Kommissur selbst verlagert. Ein ähnliches Verhalten wurde auch bei anderen Säugetieren bereits beobachtet.

Auffällig ist ferner das ungeheuer geringe Kaliber aller Nervenfasern des Igelrückenmarks, wie sie annähernd bei keinem anderen gleichgrossen Säugetier vorzukommen scheint.

Zum Schlusse sei es mir gestattet, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Privatdozent Prosektor Dr. Sobotta, meinen wärmsten Dank abzustatten, auf dessen Anregung hin ich diese Arbeit unternahm, und der mir auch im Verlauf derselben in liebenswürdigster Weise seine Hilfe und Unterstützung zuteil werden liess. Herrn Geheimrat Prof. Dr. v. Kölliker, Excellenz, bin ich für die bereitwilligst gewährte Benützung seiner Privatbibliothek zu besonderem Danke verpflichtet.

Litteraturnachweis.

1. von Bochmann, E., Beitrag zur Histologie des Rückenmarks. Dorpat 1860. Inaug.-Diss.
2. Koelliker, A., Handbuch der Gewebelehre. 6. Auflage, Bd. II. 1896.
3. Kaiser, O., Die Funktionen der Ganglienzellen des Halsmarks. Haag 1891.
4. v. Lenhossék, M., Untersuchungen über das Rückenmark der Maus im Archiv für mikroskopische Anatomie. 1889. Bd. XXXIII.
5. Lüderitz, C., Über das Rückenmarkssegment. Archiv für Anatomie und Entwickelungsgeschichte. 1881.
6. Schieferdecker, P., Beitrag zur Kenntnis des Faserverlaufes im Rückenmark. Archiv f. mikroskop. Anatomie. Bd. X. 1874.
7. Stieda, L., Studien über das Centralnervensystem der Vögel und Säugetiere. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. XIX. 1869.
8. Virchow, H., Über Zellen in der Substantia gelatinosa Rolandi. Neurol. Centralblatt 1887.
9. Waldeyer, W., Das Gorilla-Rückenmark. Berlin 1891.
10. Ziehen, Th., Das Centralnervensystem der Marsupialier und Monotremen. Anat. Anz. Januar 1897. Vorl. Mitt.

Figurenerklärung der Tafel.

Fig. 1. Querschnitt durch den unteren Teil des Halsmarks des Igels. Gebiet des 6. Halsnerven. Vergr. 25.

Fig. 2. Querschnitt durch das mittlere Brustmark des Igels in der Gegend des 6. bis 7. Brustnerven. Vergr. 25.

Fig. 3. Querschnitt durch das untere Brustmark des Igels. (Höhe des 10. bis 11. Brustnerven.) Vergr. 25.

Fig. 4. Querschnitt durch das oberste Lendenmark des Igels. Gegend des 1. Lendennerven. Vergr. 25.

Fig. 5. Teil eines Querschnitt durch das untere Sakralmark des Igels. Vergr. 50.

Fig. 1.

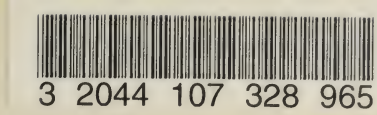
Fig. 2.

Fig 3.

Fig. 5.

Fig. 4.

VERLAG VON J. F. BERGMANN IN WIESBADEN.


3 2044 107 328 965